

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-028875

(43)Date of publication of application : 28.01.2000

(51)Int.Cl.

G02B 6/44

(21)Application number : 10-208688

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE

(22)Date of filing : 08.07.1998

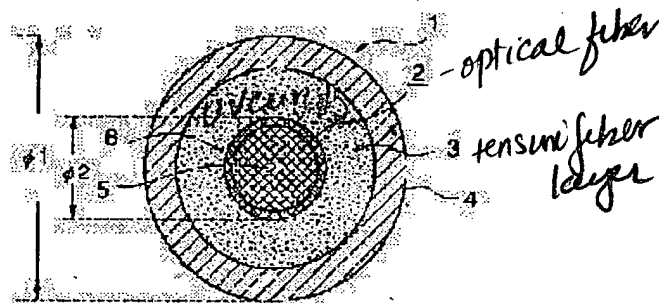
(72)Inventor : NAKAJIMA FUMINORI  
ISHII NOBUNAO

## (54) OPTICAL FIBER CORD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical fiber cord of 1 mm in the outside diameter  $\phi$ 1 having a coated optical fiber good in slipperiness.

**SOLUTION:** The coated optical fiber 2 has constitution obtd. by coating the outermost layer of an optical fiber 5 with a resin 6. This resin 6 consists of a UV curing type resin added with a reaction type silicone. The addition rate of the reaction type silicone to the UV curing type resin is 0.5 to 5 wt.%. The coated optical fiber 2 having such resin has the good slipperiness to a tension fiber layer 3 and is capable of improving pulling force characteristics, etc. The tension fiber amt. of the tension fiber layer 3 may be increased without degrading the pulling force characteristics and therefore, the enhancement of the mechanical characteristics of the optical fiber cord 1 is made easy and the optical fiber cord 1 of 1 mm in the outside diameter  $\phi$ 1 which is excellent in mechanical characteristic may be provided.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-28875

(P2000-28875A)

(43) 公開日 平成12年1月28日 (2000.1.28)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
G 0 2 B 6/44	3 3 6	G 0 2 B 6/44	2 H 0 0 1
	3 4 6		2 H 0 5 0
	3 7 6		3 7 6

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平10-208688

(22) 出願日 平成10年7月8日 (1998.7.8)

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72) 発明者 中嶋 史紀

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(72) 発明者 石井 伸尚

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(74) 代理人 100093894

弁理士 五十嵐 清

Fターム (参考) 2H001 DD07 KK07 KK17 KK22

2H050 BB02R BB03S BB04Q BB07Q

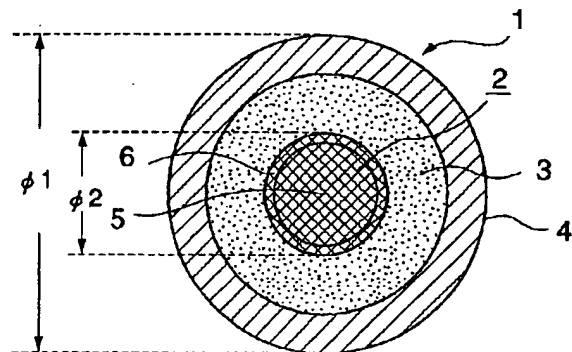
BB14Q BB17Q BB33Q BC16

(54) 【発明の名称】 光ファイバコード

(57) 【要約】

【課題】 滑り性が良好な光ファイバ心線2を持つ外径φ1が1mm以下の光ファイバコード1を提供する。

【解決手段】 光ファイバ心線2は光ファイバ素線5の最外層に樹脂6を被覆した構成を有し、この樹脂6は紫外線硬化型樹脂に反応型シリコンを添加したものから成り、その紫外線硬化型樹脂に対する反応型シリコンの添加割合は0.5重量%以上、かつ、5重量%以下の範囲内である。この樹脂を備えた光ファイバ心線2は抗張力繊維層3に対する滑り性が良好であり、引き抜き力特性等を向上させることができる。また、引き抜き力特性を悪化させることなく、抗張力繊維層3の抗張力繊維量を増加させることができるので、光ファイバコード1の機械特性を高めることが容易となり、機械特性に優れた外径φ1が1mm以下の光ファイバコード1を提供することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ファイバ素線に樹脂が被覆されて成る光ファイバ心線の周りには抗張力繊維層が設けられ、この抗張力繊維層の外側には外被が形成されている構成を有した外径が1mm以下である光ファイバコードにおいて、上記光ファイバ素線の最外層に被覆される樹脂は紫外線硬化型樹脂に反応型シリコンを添加したものであり、その紫外線硬化型樹脂に対する反応型シリコンの添加割合は0.5重量%以上、かつ、5重量%以下の範囲内であることを特徴とする光ファイバコード。

【請求項2】 反応型シリコンは不飽和アクリル基を有する材料であることを特徴とする請求項1記載の光ファイバコード。

【請求項3】 外被は熱可塑性樹脂により形成されており、この熱可塑性樹脂は490MPa以上の引っ張り弾性率を持つものであることを特徴とする請求項1又は請求項2記載の光ファイバコード。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は外径が1mm以下である光ファイバコードに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図1には単心の光ファイバコードの一例が断面模式図により示されている。この図に示されるように、単心の光ファイバコード1は、光ファイバ心線2の周りに抗張力繊維層3が設けられ、さらにその外側にポリ塩化ビニル（PVC）等の外被4が設けられているものである。上記光ファイバ心線2は光ファイバ素線（裸光ファイバ）5にプライマリコートを経てナイロン等の樹脂6が被覆された構造を有している。

【0003】 上記抗張力繊維層3は上記光ファイバ心線2を保護する抗張力繊維を有して構成されており、その抗張力繊維としてアラミド繊維（例えば、商品名：ケブラー、トワロン）を使用することが多く、また、抗張力繊維層3の断面積に対して抗張力繊維の断面積が占める割合である繊維断面積占有率は機械特性等を考慮して50%以上である場合が一般的である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、近年、光ファイバコード1の外径寸法φ1を従来の1.7mmよりも細い1mm以下に細径化することが求められている。この要望に応えるために、光ファイバコード1の引っ張り特性や曲げ特性や耐磨耗特性等の機械特性と、側圧特性と、温度特性と、曲げ損失特性等の伝送特性とを含む様々な特性を考慮して、光ファイバコード1の外径寸法φ1を1mm以下に細径化することが試みられている。

【0005】 上記光ファイバコード1の細径化を達成するために、抗張力繊維層3の厚みは必然的に薄くなるが、機械特性を考慮すると、抗張力繊維層3内の抗張力繊維の量を大幅に減少させることは困難であり、抗張力

繊維層3の繊維断面積占有率は高くなる。

【0006】 しかしながら、抗張力繊維層3の繊維断面積占有率が高くなるに従って、光ファイバ心線2が抗張力繊維層3に対して滑り難くなってしまい、例えば、光ファイバコード1をコネクタに取り付けた後に該コネクタを接続相手のコネクタに接続した際に、光ファイバ心線2が座屈してしまい、光ファイバコード1の光伝送損失が増加してしまうという問題等が生じる。

【0007】 本発明は上記課題を解決するために成されたものであり、その目的は、抗張力繊維層に対する光ファイバ心線の滑り性を向上させ、コネクタ接続状態での光ファイバ心線の座屈を防止して光伝送損失の増加を抑制することができ、しかも、外径1mm以下に細径化しても良好な機械特性を持つ光ファイバコードを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するためにこの発明は次に示すような構成をもって前記課題を解決する手段としている。すなわち、第1の発明は、光ファイバ素線に樹脂が被覆されて成る光ファイバ心線の周りには抗張力繊維層が設けられ、この抗張力繊維層の外側には外被が形成されている構成を有した外径が1mm以下である光ファイバコードにおいて、上記光ファイバ素線の最外層に被覆される樹脂は紫外線硬化型樹脂に反応型シリコンを添加したものであり、その紫外線硬化型樹脂に対する反応型シリコンの添加割合は0.5重量%以上、かつ、5重量%以下の範囲内である構成をもって前記課題を解決する手段としている。

【0009】 第2の発明は、上記第1の発明の構成を備え、反応型シリコンは不飽和アクリル基を有する材料である構成をもって前記課題を解決する手段としている。

【0010】 第3の発明は、上記第1又は第2の発明の構成を備え、外被は熱可塑性樹脂により形成されており、この熱可塑性樹脂は490MPa以上の引っ張り弾性率を持つものである構成をもって前記課題を解決する手段としている。

【0011】 上記構成の発明において、光ファイバ素線の最外層に被覆された樹脂は紫外線硬化型樹脂に反応型シリコンを0.5重量%以上、かつ、5重量%以下の範囲内の添加割合でもって添加したものであり、このような樹脂を最外層に持つ光ファイバ心線は抗張力繊維層に対して滑り性が良く、良好な機械特性を得るために抗張力繊維層の繊維断面積占有率を高めても、前記したようなコネクタ接続状態での光ファイバ心線の座屈を防止することができて光伝送損失の増加を抑制することが可能である。

【0012】

【発明の実施の形態】 以下に、この発明に係る実施形態例を図面に基づき説明する。

【0013】この実施形態例の光ファイバコードは前記図1に示すような層構造を有し、外径 $\phi$ 1が1mm以下に形成されており、特徴的なことは、光ファイバ素線5の最外層に被覆されている樹脂6が紫外線硬化型樹脂に反応型シリコンを添加したものであり、その紫外線硬化型樹脂に対する反応型シリコンの添加割合は0.5重量% (Wt%) 以上、かつ、5重量% (Wt%) 以下の範囲内であることであり、抗張力繊維層3に対する滑り性等の光ファイバ心線2の特性を向上できる構成と成している。

【0014】また、外被4は490MPa以上の引っ張り弾性率を持つ熱可塑性樹脂により形成され、光ファイバコード1の機械特性の向上を図る構成を備えていることも本実施形態例の特徴的な構成である。

【0015】ところで、上記樹脂6は、主に、ナイロン等の熱可塑性樹脂により構成される場合と、紫外線硬化型樹脂により構成される場合とがあり、この実施形態例では、樹脂6を紫外線硬化型樹脂により構成して、外径 $\phi$ 1が1mm以下である光ファイバコード1の様々な特性の向上が可能な構成を示す。

【0016】前記の如く、この実施形態例では、樹脂6は紫外線硬化型樹脂に反応型シリコンを0.5重量%以上、かつ、5重量%以下の範囲内の添加割合でもって添加したものであり、その表面は非常に滑らかで、抗張力繊維層3に対する光ファイバ心線2の滑り性を向上させることができると共に、590MPa以上の引っ張り弾性率を持ち光ファイバ心線2の機械特性を向上させることができる構成と成している。

【0017】上記反応型シリコンは、紫外線硬化型樹脂と共に紫外線硬化させることができるので、紫外線硬化型樹脂に添加して紫外線硬化させる際に、反応型シリコンがむらになることなく、紫外線硬化型樹脂中にほぼ均一に分散した状態で紫外線硬化型樹脂と共に紫外線硬化することとなり、上記の如く、表面が滑らかで、かつ、良好な機械特性を持つ樹脂6を構成することができる。

【0018】上記樹脂6を構成する紫外線硬化型樹脂中の上記反応型シリコンの添加割合を変化させて、その樹脂6を被覆した光ファイバ心線2の滑り性の変化を実験等により調べたところ、添加割合が0重量%からほぼ5重量%までの範囲では、添加割合が高くなるに従って

上記光ファイバ心線2の滑り性は向上するが、その範囲よりも添加割合が高いところでは、光ファイバ心線2の滑り性は横這い傾向であることが分かった。

【0019】そこで、この実施形態例では、紫外線硬化型樹脂に対する反応型シリコンの添加割合は、5重量%以下とし、かつ、光ファイバコード1を細径化する場合に要求される滑り性を得ることができる0.5重量%以上の範囲内とした。特に、紫外線硬化型樹脂に対する反応型シリコンの添加割合が1重量%以上、かつ、2重量%以下の範囲内であることが望ましい。

【0020】また、紫外線硬化型樹脂に反応型シリコンを添加して紫外線硬化させる際には、表面のべたつきの原因である酸素の悪影響を防止するために紫外線硬化型樹脂の反応速度を向上させたり、雰囲気中の酸素濃度を抑制する等の措置を取ることが好ましく、そのような措置を取ることによって、より一層光ファイバ心線2の滑り性の向上を図ることが可能である。

【0021】ところで、シリコンには上記反応型シリコンと反応型でないシリコン（以下、無反応型シリコンと記す）とがあるが、無反応型シリコンを紫外線硬化型樹脂に添加して成る樹脂は機械特性に劣ったものとなってしまう、光ファイバ素線5の最外層に被覆する樹脂としては不適切なものである。このことは実験結果にも示されている。

【0022】その実験では、次に示す5種の樹脂を用意し、各樹脂について引っ張り弾性率と破断強度と破断伸びとをそれぞれ測定した。

【0023】上記5種の樹脂とはウレタンアクリレート系の紫外線硬化型樹脂に添加する添加物とその添加割合とが互いに異なるものであり、反応型シリコンと無反応型シリコンとの両方とも添加されていないシリコン無添加のもの（Aタイプ）と、反応型シリコンを添加割合1重量% (Wt%) でもって添加したもの（Bタイプ）と、反応型シリコンを添加割合3重量%でもって添加したもの（Cタイプ）と、無反応型シリコンを添加割合1重量%でもって添加したもの（Dタイプ）と、無反応型シリコンを添加割合3重量%でもって添加したもの（Eタイプ）との5種である。

【0024】表1には上記実験結果が示されている。

【0025】

【表1】

	A	B	C	D	E
引張弾性率(MPa)	900	950	960	580	520
破断強度(MPa)	40	50	45	30	28
破断伸び(%)	35	40	50	20	17
無反応型シリコン添加割合(Wt%)	—	—	—	1	3
反応型シリコン添加割合(Wt%)	—	1	3	—	—

【0026】表1からも明らかなように、反応型シリコンを紫外線硬化型樹脂に添加して成る樹脂（Bタイプ

とCタイプ)は、シリコン無添加のもの(Aタイプ)よりも、引っ張り弾性率と破断強度と破断伸びとの全てが向上しているのに対して、無反応型シリコンを添加して成る樹脂(DタイプとEタイプ)は、シリコン無添加のもの(Aタイプ)よりも、引っ張り弾性率と破断強度と破断伸びとの全てが大幅に低下しており、光ファイバ素線5の最外層の樹脂に要求される590MPa以上の引っ張り弾性率を有していない等という如く、要求される特性を得ることができないものとなっている。

【0027】この実施形態例では、上記したように、シリコンの中の反応型シリコンを紫外線硬化型樹脂に添加することで機械特性を向上させることができると共に、その反応型シリコンを添加した紫外線硬化型樹脂を光ファイバ素線5の最外層に被覆することで、抗張力繊維層3に対する光ファイバ心線2の滑り性を向上させることができる。特に、反応型シリコンの中でも、1分子中に少なくとも1つ以上の不飽和アクリル基を有するものは、上記引っ張り弾性率や破断強度や破断伸び等の機械特性が経年劣化し難い樹脂6を形成することが可能であり、樹脂6の紫外線硬化型樹脂に添加するものとして、より一層好ましい。

【0028】この実施形態例において特徴的な樹脂6は上記のように構成されており、この樹脂6を被覆した光ファイバ心線2は、この実施形態例では、その外径φ2が0.35mm以上、かつ、0.6mm以下の範囲内の太さとなっている。それというのは、光ファイバコード1の外径φ1を1mm以下に細径化する場合には、良好な機械特性を得るために要求される抗張力繊維層3の厚みと外被4の厚みを考慮すると光ファイバ心線2の外径φ2は0.6mm以下であることが望まれ、かつ、光ファイバ心線2の曲げ剛性や側圧特性を考慮すると光ファイバ心線2の外径φ2は0.35mm以上であることが望まれることから、この実施形態例では、上記の如く、光ファイバ心線2の外径φ2は0.35mm以上、かつ、0.6mm以下の範囲内の太さとなっている。より望ましくは、光ファイバ心線2の外径φ2を0.4mm以上、かつ、0.55mm以下の範囲内の太さにする。

【0029】上記光ファイバ心線2の周りに形成される抗張力繊維層3の抗張力繊維としてはアラミド繊維(例えば、商品名:ケブラー、トワロン)やポリパラフェニレンベンゾビスオキサゾール(PBO(商品名:ザイロン))繊維等があり、特に、上記PBO繊維の弾性率はアラミド繊維の弾性率の2倍以上であることから、抗張力繊維として用いるのに、より好ましい。このPBO繊維

を用いた場合には、アラミド繊維を用いる場合に比べて、光ファイバコード1の機械特性を悪化させることなく、抗張力繊維層3の繊維断面積占有率を大幅に低下させることができるので、光ファイバ心線2の外径φ2や外被4の厚み等の設計の自由度を広げることができる。

【0030】前記したように、この実施形態例では、抗張力繊維層3に対する光ファイバ心線2の滑り性を向上させることができるので、上記抗張力繊維層3の繊維断面積占有率、つまり、抗張力繊維層3に配設される抗張力繊維の量を増加することが可能となり、その抗張力繊維量の配設可能範囲を広げることが可能である。その抗張力繊維量の配設可能範囲の下限値は、光ファイバコード1の配線作業の際に光ファイバコード1に加えられる引っ張り張力を考慮して、光ファイバコード1に荷重69Nが加えられたときにファイバ歪みが0.8%以下となる量である。

【0031】上記抗張力繊維層3の外側に設けられる外被4は、光ファイバコード1の外径φ1を1mm以下に細径化した場合の光ファイバコード1の曲げ剛性を考慮して、490MPa以上の引っ張り弾性率を持つ熱可塑性樹脂により構成されている。より好ましくは780MPa以上の引っ張り弾性率を持つ熱可塑性樹脂により外被4を形成する。

【0032】従来では、外被4には軟質PVC(ポリ塩化ビニル)が用いられていたが、この軟質PVCは引っ張り弾性率が低くて外径φ1が1mm以下の光ファイバコード1には適さない。また、引っ張り弾性率を向上させるために高質化したPVCは低温特性や老化特性が悪くなってしまう、上記同様に、光ファイバコード1の外被4の材料には適さないものである。

【0033】そこで、この実施形態例では、上記の如く、490MPa以上の引っ張り弾性率を持つ熱可塑性樹脂により外被4を形成しており、特に、そのような熱可塑性樹脂の中でも、引っ張り弾性率が高いのはもちろんのこと低温特性や老化特性にも優れているナイロン12が有効である。

【0034】この実施形態例に示す光ファイバコード1は上記のように構成されており、表2～表4には、その構成を備えた光ファイバコード1を作製して様々な特性を調べた実験結果が他の構成を持つ光ファイバコード1の特性と共に表されている。

【0035】

【表2】

サンプル番号		1	2	3	4
構造	心線外径(mm)	0.5	0.5	0.5	0.4
	樹脂種	ナイロン12	UV樹脂A	UV樹脂B	UV樹脂A
	抗張力繊維種	アラミド	アラミド	アラミド	アラミド
	繊維量(denier)	1500	1100	1500	1500
	繊維断面積占有率(%)	81	45	61	44
	コード外被材料	ナイロン12	ナイロン12	ナイロン12	ナイロン12
	コード外被厚(mm)	0.15	0.15	0.15	0.15
	外被材料弾性率(MPa)	880	880	880	880
機械特性	引張特性	○	○	◎	○
	曲げ剛性	○	○	◎	○
	心線引抜き特性	○	○	◎	○
伝送特性	側圧損失特性	○	○	◎	○
	温度特性	○	○	◎	○
	曲げ損失	○	○	◎	○

【0036】

【表3】

サンプル番号		5	6	7
構造	心線外径(mm)	0.5	0.4	0.6
	樹脂種	UV樹脂A	UV樹脂A	UV樹脂A
	抗張力繊維種	PBO	PBO	PBO
	繊維量(denier)	800	800	600
	繊維断面積占有率(%)	31	37	40
	コード外被材料	ナイロン12	ナイロン12	ナイロン12
	コード外被厚(mm)	0.15	0.20	0.13
	外被材料弾性率(MPa)	880	880	880
機械特性	引張特性	○	○	○
	曲げ剛性	○	○	○
	心線引抜き特性	○	○	○
伝送特性	側圧損失特性	○	○	○
	温度特性	○	○	○
	曲げ損失	○	○	○

【0037】

【表4】

サンプル番号	8	9	10	11	12
心線外径(mm)	0.5	0.3	0.5	0.6	0.5
樹脂種	UV樹脂A	UV樹脂A	UV樹脂A	UV樹脂A	ナイロン12
抗張力繊維種	アラミド	アラミド	アラミド	アラミド	アラミド
繊維量(denier)	1500	1500	800	1100	1500
繊維断面積占有率(%)	61	37	31	59	61
コード外被材料	ナイロン12	ナイロン12	ナイロン12	ナイロン12	PVC
コード外被厚(mm)	0.15	0.15	0.15	0.13	0.15
外被材料弾性率(MPa)	880	880	880	880	200
引張特性	○	○	×	○	○
曲げ剛性	○	○	○	○	×
心線引抜き特性	×	○	○	×	○
側圧損失特性	○	×	○	○	○
温度特性	○	○	○	○	○
曲げ損失	○	○	○	○	○

【0038】表2中に示すサンプル番号3番のものが本実施形態例に示した形態を持つ光ファイバコード1であり、それ以外のものは本実施形態例に示した形態を有していないものである。つまり、サンプル番号3番の光ファイバコード1は樹脂6が引っ張り弾性率900MPaのウレタンアクリレート系の紫外線硬化型樹脂に反応型シリコンを添加割合1重量%でもって添加したもの（表中ではUV樹脂Bと記されている）であるのに対して、サンプル番号1番、12番の光ファイバコード1は上記樹脂6がナイロン12であり、また、サンプル番号2番、4番～11番の光ファイバコード1は上記樹脂6がシリコン無添加のウレタンアクリレート系の紫外線硬化型樹脂（表中ではUV樹脂Aと記されている）により形成されているものである。

【0039】なお、サンプル番号1番～11番の光ファイバコード1の外被4はナイロン12で形成されており、サンプル番号12番の光ファイバコード1の外被4のみがPVCで形成され、また、サンプル番号1番～12番の全ての光ファイバコード1の外径φ1は1mmである。

【0040】引っ張り特性は次に示すようにして測定した。つまり、標線間10m、引っ張り速度50mm/minで光ファイバコード1に引っ張り力を加えていき、周波数変調器を使用し、光ファイバコード1に引っ張り歪みが加わったときの位相変化から光ファイバの歪み量

(%)を測定し、荷重が69Nのときの光ファイバ歪みが0.8%以下のものを合格(○)とし、0.8%よりも大きいものを不合格(×)とした。

【0041】また、曲げ剛性は光ファイバコード1を曲げたときの反発力を測定することによって求めた。測定手法は図2に示すように、長さ15cmの光ファイバコード1を曲げ径D30mmまで曲げた状態で荷重Wを測定し、この荷重Wと下式(1)に基づいて、曲げ剛性EIを算出し、この得られた値が3.0Kgf・mm<sup>2</sup>以上のものを

を合格(○)、3.0Kgf・mm<sup>2</sup>以下のものを不合格(×)とした。

【0042】

$$EI = 0.3483 \cdot W \cdot D^2 \cdots (1)$$

【0043】心線引き抜き力特性は、図3に示すように、光ファイバコード1の両端部の外被4を取り除き、光ファイバコード1自体を固定すると共に、その光ファイバコード1の一端側の剥き出しになった抗張力繊維を固定し、この状態で、上記抗張力繊維が固定されていない他端側から光ファイバ心線2をテンシロンを利用し引っ張り速度10mm/minで引き抜き、このときの引き抜き力の最大値を引き抜き力として測定し、引き抜き力が4.0×10<sup>-2</sup>N/mm以下のものを合格(○)とし、4.0×10<sup>-2</sup>N/mmよりも大きいものを不合格(×)とした。

【0044】側圧損失測定は、長さ10cmの光ファイバコード1に490Nの荷重を加えた状態で、測定波長1.55μmで伝送損失を測定し、伝送損失が0.1dB/km以下のものを合格(○)とし、0.1dB/kmよりも大きいものを不合格(×)とした。

【0045】温度特性は、光ファイバコード1を束にして恒温槽に入れ、恒温槽内部の温度を-10℃から40℃までの温度範囲で変化させるヒートサイクルを3サイクル行った後に測定波長1.55μmで伝送損失を測定し、その伝送損失が0.1dB/km以下のものを合格(○)とし、0.1dB/kmよりも大きいものを不合格(×)とした。

【0046】表2～表4に示されるように、本実施形態例に示す形態を持つ光ファイバコード1（サンプル番号3番）は機械特性と伝送特性との両方とも、光ファイバコード1の細径化を達成するために必要な条件を満たしている。

【0047】これに対して、サンプル番号2番、4番～7番の光ファイバコード1は機械特性と伝送特性との両

方とも良好であるが、樹脂6が反応型シリコン無添加の紫外線硬化型樹脂であるために、抗張力繊維層3に対する光ファイバ心線2の滑り性があまりよくない。このことはサンプル番号8番、11番の実験結果に表れている。つまり、サンプル番号8番、11番のものは樹脂6が反応型シリコン無添加のものであり、本実施形態例のもの（サンプル番号3番）と繊維断面積占有率がほぼ等しい条件で、心線引き抜き力特性が不合格となっており、このことから、樹脂6が反応型シリコン無添加のものでは、光ファイバ心線2の滑り性が良くなく、サンプル番号2番、4番～7番の光ファイバコード1の如く、引っ張り特性を良好にするためには繊維断面積占有率を例えば50%よりも低くしなければならず、機械特性等が本実施形態例のものよりも劣ったものになってしまう。

【0048】特に、前述したように、抗張力繊維であるアラミド繊維はPBO繊維よりも引っ張り弾性率が格段に小さいので、抗張力繊維層3の抗張力繊維がPBO繊維であるサンプル番号5番～7番のものに比べて、抗張力繊維がアラミド繊維であるサンプル番号2番、4番のものは機械特性が合格の範囲内ではあるものの、かなり低下したものとなっている。抗張力繊維としてアラミド繊維を用いたものでは、アラミド繊維の断面積占有率を約30%程度まで低下させた場合には、サンプル番号10番の如く、引っ張り特性は不合格となってしまう。

【0049】また、本実施形態例のもの（サンプル番号3番）は光ファイバ心線2の外径 $\phi$ 2が0.35mm以上であることから、曲げ剛性や側圧損失特性等の特性が良好であるのに対して、サンプル番号9番のものに示されるように、光ファイバ心線2の外径 $\phi$ 2を0.35よりも細くすると、曲げ剛性が低下するだけでなく、側圧損失が大幅に悪化し、この側圧損失は不合格となっている。

【0050】さらに、本実施形態例のもの（サンプル番号3番）は外被4がナイロン12であることから曲げ剛性等の特性が良好であるのに対して、サンプル番号12番のものに示されるように、外被4の厚みは本実施形態例のものと同じ条件であるのに、外被4がPVCであるものは曲げ剛性が不合格となっている。

【0051】上記のように、表2～表4に示される実験結果からも明らかなように、外径 $\phi$ 1を1mm以下にする光ファイバコード1の細径化を達成するためには、様々な特性から見て、樹脂6は紫外線硬化型樹脂に反応型シリコンを0.5重量%以上、かつ、5重量%以下の範囲内の添加割合でもって添加したもので構成し、かつ、外被4は490MPa以上の引っ張り弾性率を持つ熱可塑性樹脂により構成したものが非常に有効であることが分かる。

【0052】この発明によれば、光ファイバ素線5の最外層に被覆する樹脂6は紫外線硬化型樹脂に反応型シリ

コンを0.5重量%以上、かつ、5重量%以下の範囲内の添加割合でもって添加したものであるもので、樹脂6として反応型シリコン無添加の紫外線硬化型樹脂を被覆した光ファイバ心線2に比べて、光ファイバ心線2の滑り性を格段に向上させることができる上に、光ファイバ心線2の機械特性や伝送特性も向上させることができ、光ファイバコード1の細径化に十分に対応できる光ファイバ心線2を得ることが容易となる。

【0053】また、上記の如く、光ファイバ心線2の滑り性を向上させることができるので、光ファイバ心線2の引き抜き力特性等の悪化をまねくことなく、抗張力繊維層3の繊維断面積占有率を高めることが可能となり、光ファイバコード1の機械特性の向上を図ることが容易となる。

【0054】さらに、外被4は490MPa以上の引っ張り弾性率を持つ熱可塑性樹脂により形成されているので、光ファイバコード1の細径化によって外被4の厚みを薄くしても、光ファイバコード1の曲げ剛性等の機械特性の悪化を抑制することが可能となる。

【0055】なお、この発明は上記実施形態例に限定されるものではなく、様々な実施の形態を取り得る。例えば、上記実施形態例では、外被4は490MPa以上の引っ張り弾性率を持つ熱可塑性樹脂により構成されていたが、490MPaよりも小さい引っ張り弾性率を持つ熱可塑性樹脂により外被4を形成してもよい。この場合には、その外被4は光ファイバコード1の曲げ特性等を考慮した厚みを有することとなる。

【0056】また、上記実施形態例では、光ファイバ心線2は光ファイバ素線5にプライマリコートを経て樹脂6が被覆されている構造を有し、その樹脂6が前記したように紫外線硬化型樹脂に反応型シリコンを添加したものであったが、光ファイバ素線5に直接的に上記構成の樹脂6を被覆してもよい。また、光ファイバ素線5にプライマリコートを経て樹脂が既に設けられているものに、さらにその上側に最外層として上記構成の樹脂6を被覆して光ファイバ心線2を構成してもよい。さらにまた、光ファイバ素線5に3層以上の層構造を有する樹脂を被覆してもよく、この場合にも最外層の樹脂は上記実施形態例に示した紫外線硬化型樹脂に反応型シリコンを添加したもので構成される。上記何れの場合にも、樹脂6を含めた光ファイバ心線2は外径 $\phi$ 2が0.35mm以上、かつ、0.6mm以下となるように形成される。

【0057】

【発明の効果】この発明によれば、光ファイバ素線の最外層に被覆される樹脂は紫外線硬化型樹脂に反応型シリコンを0.5重量%以上、かつ、5重量%以下の範囲内の添加割合でもって添加したものであることから、抗張力繊維層に対する光ファイバ心線の滑り性を向上させることができる上に、機械特性や伝送特性等の特性をも



向上させることができる。

【0058】上記の如く、光ファイバ心線の滑り性を向上させることができるので、光ファイバ心線の引き抜き力特性等を悪化させることなく、抗張力繊維層の繊維断面積占有率を高めることが可能であり、光ファイバコードの機械特性を向上させることが容易となる。

【0059】紫外線硬化型樹脂に添加する反応型シリコンは不飽和アクリル基を有する材料であるものや、外被が490MPa以上の引っ張り弾性率を持つ熱可塑性樹脂により構成されているものにあつては、光ファイバコードの機械特性をより一層向上させることができ、より機械特性の信頼性の高い光ファイバコードを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】光ファイバコードの一例を示す断面模式図である。

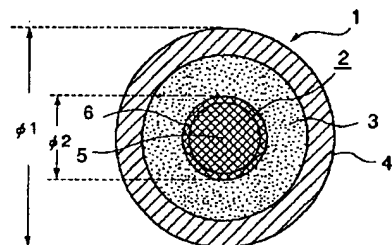
【図2】光ファイバコードの曲げ剛性の評価手法を示す説明図である。

【図3】光ファイバコードの引き抜き力特性の評価手法を示す説明図である。

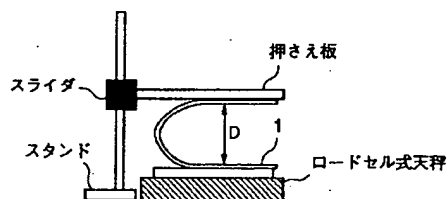
【符号の説明】

- 1 光ファイバコード
- 2 光ファイバ心線
- 3 抗張力繊維層
- 4 外被
- 5 光ファイバ素線
- 6 樹脂

【図1】



【図2】



【図3】

